

Komplex bányászati tervezés

Összefoglaló beszámoló

Az irodalmi hivatkozások között római számmal jelöltek nem szerepelnek a kutatási közlemény-jegyzékben, mivel vagy a kutatást közvetlenül megelőzően kerültek közlésre, vagy 2007-ben megjelent jegyzetek, s csak részben kapcsolódnak a jelen kutatáshoz, megjelenésüket az NKTH támogatta.

1. BEVEZETÉS

A bányászati termelés súlypontja Magyarországon, s a világ sok lelőhelyén, az elmúlt 15 évben, fokozatosan áttevődött a külfejtésekre. Hazánkban ezen a szakágon belül a lignittermelés, valamint az építőanyagok (kő, kavics, homok) és az ipari ásványi nyersanyagok termelése került túlsúlyba. Minden bányászati tevékenység során jelentős környezeti hatásokkal kell számolni, de a külfejtések esetén fokozottan jelentkezik a környezetterhelés.

Korábbi kutatásaink és a gyakorlati tervezési feladatok során vált világossá, hogy a bányászati tevékenység során kialakuló környezetterhelés problémájának a kezelését, megoldását a tervezésnél kell kezdeni. A tisztább termelés elve és az ehhez kapcsolható komplex tervezés a megelőzésre helyezi a hangsúlyt. szemben az un. csővégi technológiákkal. A bányászatban ez a követelmény fokozottan jelentkezik. A bányászat sajátosságai, a földtani környezet, annak megbontása, közvetlen igénybevétele, a meg nem újuló erőforrások korlátozott rendelkezésre állása, visszafordíthatatlan folyamatok sorozatának megindítása stb. mind a gondos, hosszútávra előretekintő, komplex tervezést követeli meg.

Igyekeztünk a fentiek szellemében egy olyan többcélú komplex optimalizálás alapjait lefektetni, amelyben a gazdasági optimum mellett elsősorban a környezetvédelmi célok kapnak prioritást, nem feledkezve meg az egyéb célokról sem. A tervezési részkérdések kidolgozása során rendszerelméleti, döntéseméleti vonatkozásokat is vizsgáltunk, valamint foglalkoztunk a kockázatértékeléssel.

A kutatás felöleli az ásványi nyersanyagkutatás, a bányatelepítés, a nyersanyagtermelés, a meddőkezelés, bányabezárás, a tájrendezés tervezési kérdéseit és érinti az ásványi nyersanyagok előkészítésének néhány vonatkozását.

Az anyag kidolgozása során részletesebben foglalkozunk a kavicsbányászattal, ami két okkal magyarázható: az építőipari nyersanyagok termelése döntő hányadot képvisel a hazai bányászati termelésen belül (2005-ben 70% körül), és a sok külfejtési bánya környezeti hatásainak csökkentése nagyon időszerű, részben a hatósági megszorítások, részben a nyilvánosság megítélése, nem utolsósorban pedig az értékes környezet elemek, rendszerek védelme miatt.

2. TERVEZÉSI ALAPOK

Rendszerelméleti alapok. A kavicsbányászati technológiák terv szintű kiválasztása során rendszerelméleti modellből indulunk ki. Ez elkerülhetetlen, mivel a bányászati tevékenység jelentős környezeti hatásokkal jár, nemcsak a felszínen, hanem a föld mélyében is, s az optimalizálási feladatok során az ökonómiai követelmények mellett az ökológiai követelményekre is kiemelt figyelmet kell fordítani, s vizsgálnunk kell a

bányászati tevékenységhez kapcsolódó kockázatokat. Az alkalmazott rendszer modell Kapolyi L. kutatásain alapul [1,2].

A tervezési folyamat döntések sorozata. Az optimális döntés a használati érték maximumát eredményezi, amennyiben az alkalmazott érték kifejezi a társadalom ítélete alapján a valódi értéket, azaz itt alapvetően nem pénzben kifejezett profitról van szó, hanem a vázolt természet - technológia - ember rendszerben értelmezhető, életminőséget is kifejező érték-paraméter maximumáról. A tervezési módszerek kidolgozása során, ahol lehetett javaslatot tettünk olyan megoldásokra, amelyekkel a különféle tervezési szempontok, elsősorban környezetvédelmiak valamilyen formában költségként jelennek meg, egzaktabbá téve nemcsak a tervezést, hanem a lefektetett elvek és konkrét tervek gyakorlati alkalmazhatóságát is.

A *bányászati tevékenység* sok vonatkozásban eltér az ipar egyéb ágazataitól, ami a tervezési feladatok jellegében is megmutatkozik. Mivel az ásványi nyersanyag lelőhelyek és azok tulajdonságai nem közismertek ezeket geológiai, földtani kutatással meg kell találni, majd a lelőhelyeken, és csakis ott ahol kitermelésre érdemes ásványi nyersanyag létezik bányákat kell létesíteni, majd a termelés befejezésével igyekezni kell a bányászat nyomait eltüntetni.

Ennek a folyamatnak tervezési szempontból a fő szakaszai: kutatás, területfoglalás, bányanyitás, művelési rendszer kiválasztása, művelési módszerek, technológia meghatározása, bányafelhagyás, rekultiváció, újrahasznosítás.

2.1. Optimalizálási szempontok (célrendszer)

A bányászat sajátosságai miatt a tervezés során követendő célrendszer elemei összetettek és egymással kölcsönös kapcsolatban vannak. A következő célrendszer alkalmazását követtük, és ennek az alkalmazását javasoljuk:

- ☐ igény-kielégítés, (igény kielégítés szükségessége, szintje, ellátási kötelezettség), minőségi követelmények,
- ☐ gazdaságosság,
- ☐ környezetvédelem,
- ☐ baleset- és egészségvédelem,
- ☐ természeti veszélyek,
- ☐ ásványvagyonvédelem,
- ☐ fenntarthatóság,
- ☐ munkahelyi közérzet,
- ☐ lakosság érintettsége, az elfogadottság mértéke.

A megfogalmazható célok természetesen nem egyenrangúak, azok súlyozásáról egy-egy tervezési feladat során kell dönteni. Az egzakt döntések érdekében igyekeztünk rámutatni, hogy sok esetben „forintosíthatók” a környezeti hatások, ami azt jelenti, hogy a gazdasági mérlegeléssel azonos értékelési szintre kerül ez a cél, s csupán a többi cél esetén kell a súlyozással élni.

A *tervezésben a döntéseket támogató módszerek:* komplex döntésemélet, kockázatelemzés, optimum-számítás, függvénykapcsolatok feltárása.

2.2. A tervezés szintjei, távlatai

Olyan kérdésről van szó, ami eltér az általános ipari tervezéstől: bármilyen időtávú tervezést végzünk, figyelembe kell venni, hogy *a bányászat irreverzibilis változásokat is létrehoz*, amelyek elsősorban a litoszférát érintik, de a talaj és tájhasználatban, a hidrogeológiai és hidrológiai viszonyokban is többnyire bekövetkeznek. Ezek miatt a fenntarthatóság és a környezet megváltozása minden tervszinten mérlegelési szempontként szerepel.

2.3. Optimalizálás és kockázat értékelés.

Egy döntés, akkor tekinthető optimálisnak, ha a kitűzött célokat minimális költség-szinten és elfogadható kockázattal valósul meg. A kockázat több szempontból is értelmezhető: tervezési, cselekvési kockázat, amibe beleértünk minden rész területi kockázatot (környezeti, biztonsági, gazdasági stb.).

A kockázatot a cselekvésben résztvevők szempontjából is lehet ill. kell értelmezni és vizsgálni, amikor is az eltérő *érdekek* miatt más-más eredményre jutunk.

Aki a terveket készíti a saját érdekeit sorolja előre, s veszi figyelembe nagyobb súllyal. Itt is érvényesnek kell tekinteni a „láthatatlan kéz vezérelte” szabadpiaci optimum elérésénél megfogalmazottakat: a sok eltérő érdekből egy kompromisszumos optimálishoz közeli eredmény születik. Ezt a gyakorlat is igazolja, bár mindenki a saját érdekeit igyekszik megvédeni, érvényre juttatni, tervezésnél ismerve a többi szereplő érdekeit, és nagyjából felmérve az érdekérvényesítő képességét is, a tervező már figyelembe veszi a saját érdekeitől eltérőeket is, ha pedig ezt megsérti, számolhat a korrekció kikényszerítésével (pl. környezetvédelmi, biztonsági szempontok). Az optimumtól főleg azért tér el ez a rendszer, mert a fenntarthatóság elvei nem jutnak kellően érvényre, az externáliákat nem tudják megfelelően internalizálni.

A *döntés-előkészítésben* az egzaktság érdekében az alábbi eljárást tartjuk jónak és követjük:

1. Meg kell határozni a döntési szempontokat. Ez mindent megelőz, hogy a szempontok kiválasztását ne befolyásolja semmilyen érdek, „hátsó szándék”, ami a vizsgálat eredményét befolyásolja.

2. Ki kell dolgozni ill. meg kell keresni valamennyi reális változatot.

3. Egzakt módon (megfelelő döntési eljárásokkal) meg kell határozni a változatok rangsorát.

Ha pénzben számolunk, ami közös, összevont értékelést tesz lehetővé, akkor a tételes költség jellegű kiadások mellett az externális hatásokat is lehetőleg forintosítani kell.

3. A TERVEZÉS CÉLRENDSZERE ÉS ESZKÖZEI

(a korábbi felsorolásnak megfelelően)

A bányászati tevékenység tervezésekor az előző pontban már felsorolt összetett követelményrendszert kell figyelembe venni. Ennek a célrendszernek az elemeit tekintjük át röviden.

3.1. Igény kielégítés, ellátási kötelezettség, bányanyitás

Ez egy olyan szempont, ami sajátosan a kitermelő ágazatokat jellemzi, a mezőgazdaság és a bányászat olyan nyersanyagok előállításával ill. kitermelésével foglalkozik, amelyek egy része, az adott civilizációs szinten nélkülözhetetlen, ezekkel kapcsolatban megfogalmazható az ellátási kötelezettség kényszere.

Az igények kielégítésének szintjét alapvetően a piac határozza meg. A szükséglet jelenik meg a piacon fizetőképes keresletként. Természetesen a fizetési hajlandóságot a termékek helyettesíthetősége is befolyásolja.

Amennyiben tehát a helyettesítő termékeket valamint az export-import lehetőségeket is figyelembe vesszük, akkor a termelési költségek (és export, import árak) alapján *egy kínálati görbét (függvényt) kapunk*, amely monoton növekvő jellegű. Ez a görbe az egyes források (termelők, szállítók) fajlagos termelési költségeinek a sorba állításával, kapacitásainak figyelembevételével kialakuló lépcsős görbe lesz. A helyettesítő termékek figyelembevétele miatt egy közös felhasználási szinten (intermediár termék) kell a kínálatot számításba venni.

A *keresleti görbe* eltérő formákat mutat az ásványi nyersanyag jellegétől (hasznosságától) függően. *Teljesen rugalmatlan kereslet* (függőleges keresleti görbe) olyan ásványi nyersanyagoknál mutatkozik, amelyeknél az árak változásával egyáltalán nem változik a keresett mennyiség nagysága. Ez elvileg lehetséges az energiahordozók terén, de a helyettesíthetőség valamint a kapacitások korlátozott volta ezt is kis mértékben rugalmassá teszi.

Kis mértékben rugalmas kereslettel számolhatunk az ipari, építőipari termékekénél. Ezek iránt, egy hosszabb időszakot jellemző jövedelmi szint és beruházási hajlandóság esetén mutatkozik egy átlagosnak tekinthető kereslet, amelyet az árak, a befektetési, beruházási hajlandóság változása kis mértékben befolyásol.

Rugalmas kereslet a nemesfémeknél jelentkezik, azaz az árváltozás jelentősebb keresletváltozást generál, és fordítva a keresletváltozás az árakat módosítja.

Jelen esetben elsősorban a külfejtéssel termelhető bányatermékeket vizsgáljuk. Lényegében véve – a kereslet alapján – a termelt ásványok három csoportját különböztethetünk meg:

1. fosszilis tüzelőanyagok (szén, lignit), főleg erőműi célra termelt anyag, korlátozott felvevő kapacitással, s jól meghatározott mennyiségi igénnyel, (hangsúlyozni kell, hogy jelenleg elenyésző mértékű a szén háztartási felhasználása.)
2. nemzetközi piaccal rendelkező ásványi nyersanyagok (pl. perlit, földgáz),
3. hazai piacon forgalmazható ásványi nyersanyagok (pl.: kő, kavics).

A harmadik csoportban vannak olyan nyersanyagok, amelyeknek a piaca még országos szintre sem terjed ki, csupán egy-egy szűkebb régióra. Ilyen pl. a különösebb minőségi követelmények nélküli bányakavics vagy homok, amit viszonylag sok helyen termelnek az országban, s emiatt a kialakuló árban nem érvényesíthetők nagyobb szállítási távolságok, a piac, helytől függően, néhány tucat km-es körre terjed ki.

A keresletet nyilvánvalóan befolyásolja az árszínvonal is. Elméletileg, szabad piaci viszonyok között kialakuló árat annak a legrosszabb természeti körülmények között termelő bányának a költsége határozza meg, amelynek a termelésére még szükség van az igények kielégítéséhez. Másik oldalról megfogalmazva: annak a bányának a költsége határozza meg az árat, amelynek a költségeit a vevők még hajlandók elismerni. Az ár ennél a költséghatárnál természetesen nagyobb lesz, adók és különféle árresek, elvárt haszon stb. miatt, de a meghatározó a bányák költsége.

Az igények közelítő ismeretére azért van szükség, mert az *új létesítésű bányák engedélyeztetésénél* elvileg ezt figyelembe kellene venni. A környezeti hatások nagysága összefüggésben van a megnyitott bányák számával, és az általuk lefoglalt területtel. Úgy tűnhet, hogy szabadpiaci viszonyok között nehéz megfogalmazni és elfogadni a termelési, bányanyitási korlátozás szükségességét, de az externális hatások figyelembe vételével a szabad piac működésének megsértése nélkül is megtehető.

A szabadpiac, a „láthatatlan kéz” vezérelte piac, képes létrehozni a Pareto-optimum állapotát, ami a jóléti gazdaságtan alapelve. Ennek az állapotnak az elérését leginkább a külső gazdasági hatások, az externáliák veszélyeztetik.

Amennyiben szabad piaci viszonyok között keressük a megoldást, alapvetően kimondható, hogy akkor engedélyezhető új bányanyitás, ha

1. a hazai igények kielégítéséhez szükség van az új bánya termelésére (a leg-
alacsonyabb várható költségű bányákkal kezdve a termelés bővítését),
2. az új bánya várható költségszintje alacsonyabb a jelenleg működő bányák
költségszintjénél (importot is figyelembe véve),
3. exportálási lehetőségeknél a társadalmi haszon pozitív értékű.

Fontos kritérium azonban, hogy a fenti elemzéseknél figyelembe kell venni az externális költségeket, és a működő bányák által már kiváltott környezeti hatásokat.

Kiterjesztett műrevalóság (kissé részletesebben, mivel fontos tervezési, értékelési tényező)

A fenti kritériumoknak megfelelő módszert jelent, ha az ásványvagyon-gazdálkodásban használt műrevalóság értelmezésben módosítást hajtunk végre és ezen az alapon vizsgáljuk a lelőhelyek megnyithatóságát.

A műrevalósági mutató és az in situ érték

A bányászatban a lelőhelyek gazdasági értékelését a műrevalósági minősítés jelenti. A műrevalóság fokát, mértékét két tényező határozza meg: a költséghatár és a reálköltség

Költséghatár: (w) a távlati nemzetgazdasági igények kielégítéséhez még szükséges legnagyobb ráfordításigényű ásványi nyersanyagforrás költsége, Ft/t. Értékét befolyásolják a helyettesítő termékek árai, távlati szükségletek. Amint erről már szoltunk alapvetően ez az érték *határozza meg az ásványi nyersanyag árát.*

Reálköltség: (k) az ásványi nyersanyag előfordulás földtani és kitermelési adottságai, valamint a számításba vehető optimális művelési technológia figyelembe vételével a kitermelhető vagyon egységére számbavett növekményköltség, Ft/t. Ez a

költség nem tartalmazza a lelőhely feltárását, kitermelését célzó eddigi ráfordításokat, csak a jövőbeni költségeket, a reálköltséget.

A műrevalósági mutató (r) a fenti két érték hányadosát jelenti:

$$r = \frac{w}{k}.$$

Amennyiben ennek a mutatónak az értéke meghaladja az 1-et, akkor az előfordulás műrevaló, mivel az elérhető ár meghaladja a kitermelés még hátralévő költségeit, azaz a tevékenység gazdaságos. Az értelmezéséből következik, hogy egy lelőhely feltárásának előrehaladásával a még ki nem termelt területek műrevalósági mutatója általában növekedik.

A fenti két költségtényező különbsége alapján határozzuk meg a lelőhely ásványvagyonának in situ értékét, vagy ahogy ma nevezik a nominál gazdasági eredményét (NGE)

$$\text{NGE} = Q(w - k), \text{ Ft,}$$

ahol Q - a lelőhely ásványvagyon (t).

Az in situ érték azt mutatja meg, hogy a vizsgálat pillanatában a lelőhelyen (eredeti települési formájában) található ásványi nyersanyag – a feltártságot is figyelembe véve – pénzben kifejezve milyen értéket képvisel.

A kiterjesztett műrevalósági értékelés

Mivel a tervezésben kiemelt fontosságot tulajdonítunk a környezetvédelmi szempontok érvényesítésének, a műrevalósági értékelésbe bevonjuk a környezet értékelését is.

A kiterjesztett költséghatár: (w') a távlati nemzetgazdasági igények kielégítéséhez még szükséges legnagyobb ráfordításigényű ásványi nyersanyagforrás költsége, figyelembe véve a környezetben okozott károkat is (az externális költségeket) Ft/t. A hazai és import forrásokat is a környezeti károk költségeivel együtt kell számításba venni, s ekkor nyilvánvalón egy meredekebben emelkedő kínálati görbét kapunk. Amennyiben a keresleti görbe nem teljesen rugalmatlan, akkor ehhez egy kisebb termelési volumen tartozik. Amennyiben engedélyezési eljárásról van szó, azaz egy elvi és hatósági gazdasági, környezetvédelmi, társadalmi megítélésről, akkor természetesen a távlati igényekkel és a távlatilag alkalmazható legjobb technikával kell számolnunk.

A kiterjesztett reálköltség (k') számításakor ugyancsak figyelembe kell venni a környezeti károk externális költségeit, méghozzá olyan formában, hogy a már befejezett tényként kezelhető (megtörtént) környezetterhelés externális költségeit figyelmen kívül hagyjuk, csupán a még várható környezetterhelések externális költségeit vesszük számításba. Ezzel elvileg azonosan kezeljük a kitermelés reálköltségeit és a környezetterhelések (internalizált) külső költségeit.

A kiterjesztett műrevalósági mutató tehát $r' = \frac{k'}{w'}.$

A fentiek alapján egyértelmű, hogy azok a bányák, amelyeket már feltártak, vagy termelnek, kedvezőbb kiterjesztett műveletességi mutatóval (r') fognak rendelkezni, mint egy olyan bánya, amelyet újonnan kívánnak megnyitni. Ez azt fogja eredményezni, hogy felértékelődnek azok a bányák, amelyek működnek, s amelyek már „le-tudták” az élettartamuk alatt várható környezetterhelések nagyobb hányadát. Kiseb-bnagyobb környezetterhelést még a hátralévő időszakban feltehetően fognak okozni (ezek a reálköltségekben szerepelnek is), de ennek a mértéke jelentősen kisebb lesz, mintha egy új bánya lép termelésbe. Csak egy példa: egy bánya, amely már belső hányóra tud termelni sokkal kevesebb környezeti kárt fog okozni a továbbiak-ban, mint egy olyan, amelynek most kell nyitóárkot létesítenie.

Kavicsbányászatban ez az értékelési mód előtérbe helyezi a már megnyitott bá-nyákat, amelyekben nem termelték ki a telepet teljes vastagságban, azaz megnő az utánkotrás jelentősége, gazdasági értéke, valamint újra szerephez juthatnak a ko-rábban bezárt vagy szünetelő bányák.

A fenti értékelési mód akkor működik a legjobban, ha a gazdaság szereplőivel is el lehet ismertetni az externális költségeket, mivel akkor elvileg csak az fordul terme-lési engedélyért, aki gazdaságosnak ítéli meg a tevékenységet, azaz a kiterjesztett műveletességi mutatója 1 fölött lesz.

Ebben a felfogásban az *import kérdése* kétféleképpen ítéltető meg:

Ha a globális környezetterhelést kívánjuk csökkenteni, akkor nyilvánvalóan az im-port források besorolásánál is számolni kell az externáliákkal. Ha csak azt a szem-pontot tartjuk szem előtt, hogy az ország mentesüljön a környezeti terheléstől, akkor elvileg eltekinthetünk a külső forrásoknál a környezetterheléstől, de ekkor hátrányos helyzetbe hozzuk a hazai termelőket és tulajdonosokat, akiket terhelnek az externális költségek, ami ellentmond a szabad versenynek. Az export esetén nem szabad a kiterjesztett műveletességi értékeléstől eltekinteni, mert akkor olyan környezetterhelé-seket okozunk, amit másoknak (más országoknak) kellene elviselniük (azaz „impor-táljuk” a környezetterhelést!). Ez tehát azt jelenti, hogy ha az externális költségeket is megfizeti az exportáló, akkor megjelenik a társadalmi szinten is a haszon, azaz a termelés engedélyezhető. Fontos követelmény a vázolt rendszer esetén, hogy a kör-nyezetterhelések költségeit reálisan értékeljék. Vannak olyan károk, amelyek egyál-talán nem tolerálhatók, akkor az externális költségeket is ennek megfelelően nagyon magasan kell meghatározni.

Végül is a fejezet elején felvetett ellátási kötelezettségnek úgy kell eleget tenni, hogy a környezetterhelések (externáliák) figyelembevételével olyan mennyiséget bo-csátunk a fogyasztók rendelkezésére, ami iránt fizetőképes kereslet mutatkozik. A felesleges fogyasztást éppen az externális költségek árban való megjelenítésével lehet korlátozni.

3.2. A gazdaságosság és a bánya fő paraméterei

A gazdaságosság vizsgálata során több eljárást követhetünk. A két alapváltozat: a termelési költségek minimalizálása, vagy a haszon maximalizálása.

Az első megoldás olyan esetekben használható, ha a termelés során nincs lehetőségünk a minőség befolyásolására. A várható haszon vizsgálatával olyan esetben kell élni, amikor a bányá a termelés során, vagy utána az ásványelőkészítés révén hatással tud lenni az árakra.

A bányászat sajátossága, hogy a rendelkezésre álló ásványvagyon és a termelési kapacitás összefügg egymással és a bányá gazdaságosságával. Az előzetes gazdasági elemzés során kell meghatározni az *optimális termelési kapacitás* értékét, ha adva van egy bányatelek az ásványvagyonával. Ha a szükséges termelésből indulunk ki, akkor az *optimális ásványvagyon mennyiséget* kell meghatározni. Ez a ritka eset hazai viszonyaink között, akkor fordul elő, amikor nagy kiterjedésű kavics előfordulásra kell bányatelket fektetni, s mód van a méretek viszonylag szabad meghatározására. Környezetvédelmi szempontból előnyös, ha csökkentjük az igénybevett összes terület nagyságát.

Az előzetes gazdasági értékelés rövid áttekintése alapján megállapítható, hogy ha a környezetterhelésből eredő externális költségeket is számításba vesszük, akkor a meghatározott optimális értékek mellett a bányászati tevékenység környezetvédelmi szempontból a legkisebb kárt okozza.

3.3. Környezetvédelem vizsgálata (elemek és rendszerek)

A föld felépítését követve a környezeti elemeket az alábbi felosztást szerint vesszük figyelembe: kőzetöv (litoszféra), talaj (pedoszféra), vizek (felszíni és felszínalatti), élővilág (növényzet, állatvilág), levegő (atmoszféra), művi környezet, ember, energiamezők (zaj, vibráció, fény, hő, különféle sugárzások (pl. elektromos, mágneses mezők, rádióhullámok), radioaktivitás.

A felsorolt hatásviselők komplex kölcsönhatások révén rendszereket alkotnak, amelyek az alábbiak szerint csoportosíthatók: ökoszisztéma, klíma, települési környezet, társadalom, együttesen az egész a táj. A bányászat környezeti hatásait ebben a rendszerben vizsgáljuk a teljes művelés tervezés során. [IV,3,4,13]

3.4. Baleset és egészségvédelem

A tervezésnél ezek a szempontok kétféleképpen jelentkeznek:

- kis kockázatú biztonságos művelési módszert, technológiát kell választani,
- kollektív és egyéni biztonsági intézkedéseket, eszközök alkalmazását tervezzük, amelyek csökkentik a kockázatot.

Fontos kihangsúlyozni a biztonsági rendszer szervezeti oldalának és a dolgozók tudatosságának a szükségességét is, mert a tapasztalatok azt mutatják, hogy a dolgozók képzettségének növelése, a rendszeres oktatás és a technológiai fegyelem betartatása döntő momentum a biztonsági területen. Ennek természetesen van költség vonzata, amit a tervezésnél figyelembe kell venni, de nem kell externáliaként kezelni.

3.5. A természeti veszélyek

A természeti veszélyeket adottságként kezeljük a bányászatban. A legfontosabb teendő a tervezés fázisában a természeti veszélyek mértékének és következményeinek kimutatása, amely alapján a természeti veszélyek feltárhatók és megtervezhetők a megelőzés, a védekezés módszerei. A külfejtéseknél kevesebb természeti veszéllyel kell számolni, mint mélyművelésnél. A legfontosabbak a vízveszély, a kőzetomlás, porveszély, szénbányákban az endogén tűzveszély, mélyművelésnél a sújtólég- és szénporrobbanás, gázmérgezés, esetenként a kőzet- és gázkitörés.

A természeti veszélyek elhárítása környezetvédelmi szempontból is fontos és jelentős költségtényező. A természeti veszélyek mértéke befolyásolja a különbözeti járadék nagyságát is.

3.6. Ásványvagyongazdálkodás

A hosszútávú fenntarthatóság érdekében a bányászat egyik legfontosabb feladata az ásványi nyersanyag vagyon védelme, megőrzése. A lelőhelyek kitermelhetőségének megőrzése azért fontos, mert a műrevalóság időben folyton változik, többek között függ a gazdaság mindenkori helyzetétől, a technológia fejlettségétől stb.

A hosszú távú tervezés egyik legfontosabb követelménye tehát, hogy úgy hagyják vissza a ma nem műrevaló készleteket a művelés befejezésekor, hogy az később kitermelhető legyen. Elvileg szabályozható a kitermelés direktívákkal, vagy gazdasági eszközökkel. A kötelezés vonatkozhat a veszteségbe kerülő teleprészek kitermelésére, vagy a jobb teleprészek kitermelésének tiltására. Ez a megoldás nem nevezhető piacbarát megoldásnak.

Gazdasági eszközökkel való szabályozás esetén elvileg ismét két megoldást lehet vizsgálni. Az állam, aki minden ásványi nyersanyag tulajdonosa dotálhatja a gyengébb teleprészek kitermelését olyan mértékig, hogy a bányatulajdonos haszna a kötelezés előtti értéket megtartsa. Elméletileg az is elképzelhető, hogy hatósági beavatkozásokkal olyan szintre emelik a kérdéses anyag árát, hogy megérje kitermelni a gyengébb teleprészek ásványvagyonát is. A magas hatósági ár viszont a jobb természeti adottságú előfordulásokat művelők hasznát növeli, amit adóztatással kell elvonni. Ez sem egyszerűbb megoldás, mivel fel kell mérni a lelőhelyeket, folyamatosan figyelemmel kell kísérni a végrehajtást, emiatt magas az adminisztrációs költség.

3.7. A fenntarthatóság

A fenntarthatóság erősen összefügg az ásványvagyonvédelem kérdésével, hiszen az egyik legfontosabb kérdés, hogy a nem megújuló (in situ nem megújítható) természeti erőforrások meddig tudják kiszolgálni az emberiséget, mi a teendő a hosszú távú fenntarthatóság érdekében. A fenntarthatóságot szem előtt tartó tervezés során nyilvánvalóan csak az lehet a cél, hogy minél kisebb ásványvagyon veszteséggel, minimális energia befektetéssel termeljük ki a szükséges anyagokat. A bányászat nem képes arra, hogy bármiféle szabályozó hatást gyakoroljon a pazarló, ésszerűtlen fogyasztásra. Amennyiben kereslet mutatkozik valamilyen ásványi

nyersanyag iránt, azt igyekszik kielégíteni, mindig akad vállalkozó, aki nyereség reményében folytatja a kitermelést. Ezen csak akkor lehet változtatni, ha a piaci viszonyokat, az árakat úgy alakítják, hogy a kereslet csökkenjen. A fenntarthatóságról külön fejezet ill. publikáció szól. [12]

3.8. A munkahelyi közérzet

Olyan tervezési cél, ami elsősorban az élőmunka igény reális tervezésével befolyásolható. A bányászatban gyakran van szükség a három műszakos, és esetenként a folyamatos termelésre (ha a karbantartó műszakokat is ideértjük), a tervezés során számítani kell az ennek megfelelő bérpótlékokra is. Ha van lehetőség a teljesítménybérezésre, akkor azt gondos tervezéssel úgy kell alakítani, hogy a dolgozók érdekeik legyenek a teljesítmény növelésében.

A munkahelyi biztonság feltételeit meg kell teremteni, s meg is kell követelni a biztonsági eszközök használatát, és az utasítások betartását

Bányászatban nagyon fontos, tervezéskor olyan művelési megoldásokat, technológiát kidolgozni, ami a magas termelékenység mellett biztonságos is, és figyelembe veszi a természeti veszélyeket is.

A minőségi elvárások teljesítésének feltételeit ugyancsak meg kell teremteni.

A bányászaton belül általánosan is fontos, de a termelő munkahelyeken elengedhetetlen a szolidaritás. Ezek kevésbé tervezhető kérdések, a napi termelésirányítás során kell a megfelelő munkahelyi légkört alakítani.

Egyre jelentősebb lesz a szerepe a jó munkahelyi közérzet kialakításban környezetvédelemnek. A tervezés során, a környezetvédelmi szempontoknak kiemelt prioritást kell kapniuk. A dolgozók környezettudatosságának növekedésével ez a munkahelyi közérzet alakításában is döntő lesz.

3.9. A lakossági reakciók

Ezt alapvetően a bánya környezeti hatásai és környezeti teljesítménye befolyásolja. Ennek akkor van kiemelt jelentősége, ha a bánya lakott területen vagy annak közelében fekszik. Ilyen esetben foglalkozni kell azokkal a közvetlen hatásokkal, amelyek minden ipari tevékenységnek is a velejárói: levegőszennyezés, zajterhelés, szállításból eredő terhelések a bánya környékén, valamint a lakosságot érintő speciális bányászati jellegű problémákkal, mint pl. robbantásos jövesztésnél a zaj, rezgés, reszszhatás, léglökés.

Tervezés során a környezeti hatások megengedhető értékeinek a meghatározásával és amennyiben szükséges a környezeti hatások csökkentésének mértékével kell foglalkozni. A várható lakossági reakciók figyelembevétele az engedélyeztetési eljárásokat könnyítheti meg, de növeli a költségeket.

4. KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS ÁSVÁNYVAGYONVÉDELEM GAZDASÁGI ESZKÖZÖKKEL A KAVICS ÉS HOMOKBÁNYÁSZATBAN

A bányák száma és nagysága

Egy ország gazdasági életében általában az okoz problémát, ha kevés az ásványi nyersanyaga. Hazai ásványi nyersanyagaink között a kavics és homok azonban kiemelten nagy készletekkel szerepel. Több mint 1400 nyilvántartott bányaterületen 4500 Mt-t meghaladja a megkutatott ipari vagyon, csaknem 700 helyen termelnek is építési kavicsot és homokot.

Szabad-e bármilyen ok miatt korlátozni egy ásványi nyersanyag kitermelését, ha az jelentős mennyiségben, olcsón, az országon belül több helyen, gazdaságosan termelhető.

A piaci verseny ebben az esetben azt jelenti, hogy az éppen aktuális felhasználási helyen kell a célra alkalmas, egymást helyettesítő nyersanyagok közül a minőséget is figyelembe véve a legolcsóbbat választani. A felhasználás helyén érvényes árat két fő költségvetel határozza meg: a termelési és a szállítási költség. Az árak alapján kb. 50 km-es szállítási távolságon az osztályozatlan bányakavics ára megduplázódik. Ezt a jelentős költségnövekedést az építkező igyekszik elkerülni, ezért minél közelebből kívánja az anyagot beszerezni. Az építési vállalkozók ezért az építkezések közelében gyakran bányákat vásárolnak, vagy bányákat létesítenek és nyitnak meg. Ezzel a gazdaságossági követelménynek a felhasználó eleget tesz, mégsem tekinthető a megoldás társadalmi szinten optimálisnak, mivel jelentős környezetkárosítással jár együtt.

A bányaművelés, a kitermelés technológiája jelentősen különbözik, a víznívó alóli kitermelés és a száraz termelés esetén. Az egyszerűbb termelési technológiának (pl. vonóköteles kotró) a legnagyobb hátránya, hogy csak néhány méteres mélységig (3-6 m) lehet vele a kavicsot kitermelni, emiatt jelentős vastagságú kavicsvagyon átmeneti vagy végleges veszteségnek tekinthető.

A csak részlegesen kitermelt kavicsbányák jelentős mértékben növelik a nyílt vízfelület nagyságát, növelve ezzel a talajvíz párolgását, veszélyeztetve a talajvíz készletek tisztaságát, szaporodnak a kis felületű, elhanyagolt, esetleg gyorsan eutrofizálódó bányatavak. Ennek közvetett környezeti hatásai (ivóvízbázisok szennyezése, talajszennyezés, szúnyoginvázió, illegális hulladéklerakás stb.) tovább növelik a környezeti károkat.

A kavicstermelés esetén is jelentkezik a különbözeti járadék, ami a jobb adottságú (alacsonyabb költségű) lelőhelyek profitját növeli a legrosszabb adottságúhoz (az árat meghatározóhoz) viszonyítva.

Az externáliák és a környezetterhelés optimuma

A kavicsbányászatunkban a felsorolt különbségek mellett a korábban felsorolt okok miatt további eltérések jelentkeznek a költségekben. Nem tekinthető a természeti adottságok közötti különbségnek az, ha egy bánya csak a víznívó feletti réteget termeli ki, mivel ez ásványvagyongazdálkodási és környezetvédelmi szempontból is rendkívül káros megoldás. Nagy különbség jelentkezhet a legális és illegális bányák költségei között is, hiszen az illegális termelés esetén elmaradnak a különböző engedélyek beszerzésének költségei, csakúgy mint a különféle adók és egyéb kötele-

zettségek (műszaki üzemi tervek, bányatérkép, felelős műszaki vezető alkalmazása stb.) a velük járó költségekkel együtt.

Az elmondottakból egyértelműen következik, hogy valamilyen módon be kell avatkozni, hiszen nem érvényesülnek a piacgazdaság szabályai.

Az elméleti közgazdaságtan az externáliák internalizálásával is foglalkozik, s ehhez kapcsolódva értelmezi a környezetszennyezés közgazdasági optimumát, azaz a környezetterhelés mértéke elméletileg társadalmi szinten optimalizálható. Nézzük milyen következtetések vonhatók le ebből a kavics és homokbányászat ismertített problémája esetén.

A gazdasági szabályozás lehetősége

A piacgazdaság elvének a direkt szabályozóknál inkább megfelelnek a gazdasági szabályozók, s talán hatékonyabbnak is tekinthetők, egyszerűbb a kezelésük, nehezebb a kijátszásuk, könnyebben elfogadtathatók. Javaslatot tettünk egy speciális környezetvédelmi adóra, amivel lehet korlátozni a bányák számát anélkül, hogy az elméletileg optimális (Pareto hatékony) állapottól eltávolodnánk.

Az adó nagysága függ a bánya telek nagyságához viszonyított kitermelési ütemtől, a bánya ásványvagyonának (Q) minél teljesebb kitermelésétől, valamint az alkalmazott technológia megfelelőségétől.

Amennyiben hatékonyabban akarjuk csökkenteni a ki nem termelt ásványvagyon mennyiségét, akkor lehet adóztatni a veszteséget, vagy dotálni a minél teljesebb kitermelést.

A javasolt gazdasági szabályozó eszközzel ésszerű keretek közzé szoríthatók a bányakárok, a természetrombolás, javítható a bányászat negatív megítélése. [1]

5. AZ ÁSVÁNYVAGYONGAZDÁLKODÁS KÉRDÉSEI A HOSSZÚ TÁVÚ (TÖBB GENERÁCIÓS) ELŐRETEKINTÉSEK FÉNYÉBEN

Erről a kérdésről részletesen [12] beszámoltunk.

A műszaki és gazdasági szakembereket, a környezetvédelmi szakértőket és egyre gyakrabban a laikus közvéleményt is foglalkoztatja a nem megújuló természeti erőforrások kimerülésének kérdése. Elsősorban az energiahordozó készletek teljes kimerülése kelt félelmet, de felmerül egyéb ásványi nyersanyagokkal kapcsolatban is ez a gondolat. A [12] tanulmányban ezzel a kérdéssel foglalkoztunk bányászati, bányagazdaságtani, ásványvagyongazdálkodási oldalról, és igyekeztünk egy olyan távlati stratégiát vázolni, ami enyhítheti a félelmeket.

Ennek keretében vizsgáltuk a földtani készletek nagyságát, a műrevalóság változásait, a földtani kutatás nagyon ellentmondásos kérdéseit, a tartalék készletek nagyságát befolyásoló tényezőket, a kitermelési módok és technológiák fejlődési trendjét és ennek hatását a készletekre valamint a hasznosítható nyersanyagokra, az ásványelőkészítési technológiák fejlődését, a helyettesítő anyagok, a felhasználás hatékonyságának a növelését, az új „anyagmentes” technológiák és az innováció

szerepét, valamint az újrahasznosítást, valamint a világ az ásványi nyersanyagigény növekedésének várható trendjét.

Az elemzés során arra a következtetésre jutottunk, hogy a törésmentes fejlődést nem a mindenáron való takarékoság biztosítja, mivel ez tőke és emberi erőforrások kivonásával is jár, miközben a természeti erőforrás (T) is csökken, azaz a termelési függvény értéke $[Q = f(K, L, T)]$ szükségszerűen csökken, azaz csökken a megtermelt anyagi javak mennyisége.

Fenn kell tehát tartani a természeti erőforrások gazdaság által megkívánt szintjét, és az egyéb erőforrásokat (tőke munkaerő) új készletek feltárására, a helyettesítő termékek fejlesztésére kell fordítani. A fejlődést a termelés biztosítja, a termeléshez ásványi nyersanyagokra és energiára is szükség van, az elengedhetetlen innovációhoz pedig tőkére és emberi tudásra, amit csak egy harmonikusan fejlődő gazdaság tud biztosítani. Ne a takarékoság legyen tehát az első számú, mindent megelőző cél, mivel ez önmagában nem oldja meg a hosszú távú problémákat. Ahhoz teremtsük meg a feltételeket, hogy zökkenőmentes legyen az átmenet a különböző anyagok és energiahordozók váltásában. Nem az ésszerűtlen pazarlásra biztatunk, éppen ellenkezőleg, a tudatos ésszerű fejlesztésekre, mivel a jövő generációk érdekeit az szolgálja, ha a rendelkezésre álló készleteket hatékonyan kihasználva a fejlődés lehetőségeit megteremtve gazdálkodunk.

6. A KÖRNYEZETKÖZPONTÚ BÁNYÁSZATI TERVEZÉS

A tervezés során kiemelten kezeljük a környezetvédelmi kérdéseket.

A környezetkímélő technológiák, a tiszta vagy tisztább termeléssel kapcsolatos kérdések vizsgálata a bányászat területén jól használható, de számos, más iparágtól jelentősen eltérő megfontolást igényel.

Akkor érvényesülhet a leghatékonyabban a megelőzés elve, ha már a bányászati tervezési folyamatban a célok között szerepel a környezet állapotának lehetőség szerint mind teljesebb megőrzése, esetleg javítása, s ennek jegyében történik a technológiák meghatározása, a telephelyek, berendezések kiválasztása, az anyag, energia és az élőmunka gazdaságos felhasználása. A bányászatban különösen fontos a megelőzés elvének figyelembe vétele, mivel döntéseink esetenként évtizedekre meghatározzák egy-egy létesítmény alapvető paramétereit és ezzel a környezeti hatásainak jelentős részét is. Ezek jó része akár végleges változás is lehet (pl. egy bányató).

A bányaművelési mód kiválasztása

Az első döntési szint, ami később alapvetően meghatározza a további döntéseket a művelési mód kiválasztása.

Nyersanyag előfordulás kitermelésének tervezése során alapvetően a *négy bányaművelési alap módszer* közül választhatunk: *mélyművelés, külfejtés, víznívó alóli kitermelés, fúrólukás kitermelés*. Esetenként különleges technológiák is alkalmazhatók (pl. kioldás, baktériumos kitermelés, elgázosítás). A négy fő művelési mód közötti

előzetes döntés gazdasági elemzések nélkül, pusztán a lelőhely geotechnikai adottságai alapján meghozható.

A művelési mód kiválasztását szilárd anyagok esetén a fentiek mellett a települési mélység befolyásolja.

Ma már gyakori, hogy környezetvédelmi, tájvédelmi okok miatt olyan esetben is mélyművelést alakítanak ki, ahol erre a termelési költségek alapján nem lenne szükség. Amennyiben ezt a vizsgálatot is a már korábban bemutatott kiterjesztett művealósághoz hasonlóan az externális költségek figyelembevételével végezzük el, akkor a gazdasági elemzés kisebb mélységnél is igazolhatja a mélyművelés jogosságát, mivel ebben az esetben az előző egyenlet bal oldalán egy mélységtől független tag jelenik meg, a környezeti terhelés költségei (K_{kt}):

$$k_{kf}(h) + K_{kt} \geq k_m(h)$$

A földalatti művelés elsősorban olyan kemény kőzetek esetén jöhet szóba, mint mészkő, dolomit, márvány, bazalt, érces stb., amelyekben nagyméretű üregek alakíthatók ki.

A kitermelt meddő mennyisége jelentősen csökken, ha a külfejtésről áttérünk a mélyművelésre. Bár a külfejtési gépek nagy teljesítményűek, két tényrt célszerű megvizsgálni. A nagy teljesítményű gépek jó részt, olyan meddőt termelnek és mozgatnak, amire mélyművelésben nincs szükség. A külfejtési széntermelő gépek teljesítménye is nagy, de a mélyművelésben alkalmazható marótárcsás jövesztőgépek teljesítménye már nem marad el nagyságrendekkel ezektől. Napjainkban egy viszonylag nyugodt településű széntelepben egy frontfejtés képes évi 1-1,5 Mt szenet termelni. Hazai viszonyaink között ez azt jelenti, hogy a gyöngyösvisontai külfejtés 4 Mt körüli éves termelése kb. három frontfejtéssel pótolható. Mivel itt a letakarítási arány már meghaladja a 9-et, érdemes összehasonlító vizsgálattal a mélyművelés lehetőségét elemezni.

Felhívtuk a figyelmet a *kombinált fejtési megoldás* alkalmazásának lehetőségére is, a külfejtések szélein, felszín alatti fejtések kialakításra, vagy fúrásos jövesztésre. A mélyművelés során keletkező földalatti üregek, a kőzetek szilárdságától függően alkalmasak lehetnek egyéb célokra is, azaz közvetve környezetvédelmi célokat szolgálnak, a tisztább termelés irányában hatnak.

Mélyművelés nyitóárokcal

javaslatot tettünk egy különleges kombinált megoldásra, ami a mélyművelést teheti gazdaságosabbá. A főfeltárás nyitóárkokkal történik, majd ezekből a bányagödörből indulnak a frontfejtések, lehetőleg mezőbehaladóan. A nyitóárok a szállítást, közlekedést, víztelenítést kiszolgálja, gyakorlatilag a föld alatt csak a fejtéssel kapcsolatos tevékenység folyik, hazafele haladó esetben a fejtési vágatokat is ki kell hajtani.

A bányamező nagyságától és az elérhető kifutási hosszaktól függően több egymással párhuzamos nyitóárok kialakítására is szükség lehet. Ezeknek a nyitóárkoknak a visszatöltése viszonylag olcsón elvégezhető, ha a külső hányókat a nyitóárok oldalai mentén prizmaszerűen alakítják ki. (Relatív kicsi a mozgatandó meddőmenny-

nyisége és rövid a szállítási távolság.) A nyitóárkok talpszélességének a szükséges mérete mindössze 10-20 m.

A fejtések kifutási hossza km-es nagyságrendű lehet, a homlokhossza pedig 200-250 m, vagy több a technikai eszközöktől és a beruházási költségektől függően.

A *nyitóárkos mélyművelés* környezeti terhelése jelentősen a külfejtésé alatt marad, ha pedig a meddő visszatöltést a nyitóárkokban elvégzik, akkor a hagyományos mélyművelés környezeti hatásait sem éri el a rekultivációt követően. (A meddő elhelyezés átmeneti területfoglalása mellett a zajos tevékenységek föld alá kerülése, a porszennyezés csökkenése a legfontosabb a környezetterhelés szempontjából.)

Víznívó alóli kitermelés

A víznívó alóli kitermelés Magyarországon felszín közeli külfejtésekben, kavics és homokbányáknál gyakori.

A bányaművelési rendszer kiválasztása

Mélyművelés esetén a művelési rendszert döntően a főfeltárás határozza meg. A település jellegétől függően szintművelést vagy táblás művelési rendszert választható.

A művelési rendszer megválasztásának mélyművelés esetén környezetvédelmi szempontból nincs jelentősége, a környezetterhelésben nincs eltérés. (Talán közvetett hatásként értékelhető, hogy a bányabeli szállítás energiaigényében lehetnek eltérések.) Az ásványvagyon védelmet érinthetik a végleges pillérekben lekötött mennyiségek, ezt tehát elemezni kell. Egyéb vonatkozásokban szignifikáns eltérések nem mutathatók ki a két rendszerben

Külfejtések esetén nagyobb a választási lehetőségünk. A külfejtés típusának megválasztása alapvetően a település felszínhez viszonyított elhelyezkedésétől függ.

Az alap típusok: hegyi, mély, felszíni típusú, víznívó alól termelő külfejtés.

Az alapesetektől eltérő megoldások elsősorban *környezetvédelmi megfontolásokból* alkalmazható. Ilyen az ún. *kulisszás bányaművelés*, amikor a bánya nem rontja a tájképet, A kulisszás művelés több szempontból is előnytelen a nyitott katlanszerű műveléssel szemben: nő az ásványvagyon veszteség, külső hányót kell kialakítani, nehezebb a bányaudvaron a gépek, berendezések mozgatása, elhelyezése, de a tájkép védelme mellett a bánya egyéb környezeti hatásai is csökkennek (zaj, por), és a takarásnak köszönhetően kisebb a lakosság érintettsége is.

Az esetleges költségnövekedést a felsorolt tényezők externális költségeit is figyelembe véve kell a hagyományos külfejtési megoldással összehasonlítani és döntést hozni.

6.1. Kavicsbánya maradandó környezeti hatásainak, területfoglalásának értékelése

Kavicsbánya telepítésének, üzemeltetésének várható hatásainak számbavételénél abból kell kiindulni, hogy a környezet visszafordíthatatlanul megváltozik. Ez az jelenti, hogy csak olyan hely vehető figyelembe bányatelepítés szempontjából, ahol ez az irreverzibilis változás megengedhető.

Rendszerelméleti megfogalmazás

Rendszerelméleti megközelítésünkben az értékmező írja le a teljes folyamat során a bányászati és környezeti megváltozásának a legfontosabb mutatóit. Egységes értékelési rendszer alakítandó ki, amelyben a különböző részrendszerek értékváltozásai azonos (vagy összevethető) paraméterekkel írhatók le. Akkor járunk el helyesen, ha az értékmező megváltozása lehetőleg a teljes élettartam során pozitív előjelű, de az élettartam végén mindenképpen pozitívvá válik.

Az értékmező a tulajdonság mező minden változását visszatükrözi, tehát már a kutatási fázisban is növekszik az ásványvagyon in situ értéke.

A *természeti környezet in situ értéke* és annak változásai ugyancsak értelmezhetőek, a kibővített művelődési értékelés alapján.

A bányászati külfejtés ágazata véglegesnek tekinthető változásokat okoz a környezetben. Ez a bányászati által igénybevett terület egy részénél teljesen megváltozott tájhasználatot eredményez, más részén módosult formában ugyan, de a rekultivációnak köszönhetően az eredeti művelési ág, tájhasználat megmarad ill. újraindítható.

Külfejtés területfoglalásának értékelése

Amikor egy külfejtés területfoglalását értékelni kell, akkor figyelembe kell venni a területhasználat egyéb lehetőségeit is.

Az ásványvagyon értékét viszonylag egyszerűen meg lehet határozni a már tárgyalt *in situ* értékkel. Ha azonban az *ellátás biztonsága* is értékelési szempont, akkor célszerű az in situ értékét a teljes hazai készlet nagyságával fordított arányban súlyozni. Minél kisebb a rendelkezésre álló készlet, s minél fontosabb az ellátás biztosítása, annál értékesebb lesz egy lelőhely ill. annak az ásványvagyon. A **természeti értéket** (élővilág) úgy lehet figyelembe venni, hogy a teljes hazai „készlet” eszmei értékét szorozva az érintett mennyiség/a teljes mennyiség hányadosával, meghatározható az érintett terület értéke.

Ha a természeti érték csökkenésének mértékét is figyelembe akarjuk venni a kár érték meghatározásánál, akkor

$$TK = E * \left(\frac{D}{SD} \right)^{\frac{SD}{SD-D}}$$

ahol SD- a vizsgált érték teljes mennyisége (db, terület egység stb.)

D- a vizsgált érték végleges kivonása, pusztulása (db, terület stb.)

E- vizsgált természeti érték nagysága.

Ebben az esetben ha csökkennek a készletek, rohamosan nő az érték, azaz védettebbé válik a szóban forgó természeti érték.

A fentiekhez hasonlóan lehet a *termőföld értékét* is számításba venni. Itt a piaci érték mellett ugyancsak mérlegelni lehet a termőföld „fontosságát”.

Tájérték. A tájképi potenciál érték meghatározása az egyik lehetőség, ami az értékelés alapjául szolgálhat. Mivel hosszú távú, esetenként végleges hatásokról van

szó, célszerű a bányaművelés befejezése után kialakítandó tájat értékelni az eredeti tájhoz viszonyítva.

Idegenforgalmi érték. Az kell figyelembe venni, hogy az adott helyen milyen az idegenforgalom nagysága, hogyan változik ez meg a bányászati beavatkozás hatására. Számításba kell venni a távolabbi környéket is (hatásterület).

A terület eltartó képessége, értékteremtő képessége

A terület eltartó képessége csak közvetve értelmezhető a területfoglalás egy elemének, de társadalmi értelemben fontos mutató és erősen befolyásolhatja a terület-használat megítélését. Több tényezőtől függ ez a jóléti jellegű mutató, amelyeket röviden áttekintünk, javaslatot téve az értékelésére.

Munkahelyteremtés. A nagyarányú munkanélküliséggel küzdő régiókban új munkahelyek létesítése sokkal jelentősebb, mint ha ugyanezek a munkahelyek egy munkaerőhiánnyal küzdő területen létesülnek. A mérlegeléshez olyan arányszámot kell létrehozni, ami kifejezi ezt aényt. Ilyen mérőszám lehet, ha a létesített munkahelyek számát szorozzuk a munkanélküliségi rátával, vagy a nem dolgozók arányszámával.

Egészségi kockázat mértéke. Amennyiben a bányaberuházásnak értelmezhető valamiféle egészségi kockázata, akkor azt a kárelemzésnél használatos kockázat becsléssel lehet értékelni.

Helyi adók jóléti szintre gyakorolt hatása. Figyelembevételük a területegységre eső értékkel történhet.

Ezek az elemek tehát együttesen, mint a terület eltartóképessége, értékteremtőképessége vehetők számításba. Ezt akkor lehet használni, ha a terület egyéb lehetséges használati formáit kívánjuk összehasonlítani. Az gyakorlatilag biztosan kijelenthető, hogy civilizációs szint növekedésével egy ideig nő az egységnyi terület értékteremtőképessége, de a káros környezeti hatások túlsúlyba kerülésével ez visszajára fordulhat.

Összefoglalva a különféle számításba veendő költségeket és bevételeket:

Kibővített költségek: a bánya termelési költsége, (kutatástól rekultivációt bezárólag), a környezeti károk költségei (az élővilág értékcsökkenése, a terület termőképességének értéke, tájérték csökkenés, idegenforgalmi érték csökkenése, a hatásterület gazdasági életében okozott károk, egészségkárok).

Ezen tételek között vannak olyanok, amelyek évente jelentkeznek, s vannak, amelyek egyszeri hatásúak, ezeknél amortizáció jellegű értékcsökkenés számítandó.

Kibővített bevételek (költségcsökkentő tételek) pedig az alábbiak: a terület értékteremtő képességének növekedése (munkahelyek teremtése, multiplikatív hatás, állami bevételek, központi adók, helyi bevételek, helyi adók, fogyasztásnövekedés), a rekultivált területek értéke.

6.2. Kavicsbányák közvetlen környezeti hatásai és azok értékelése

A bányászat környezeti hatásairól megjelent előadás lényeges elemei: A hatások nagysága mellett azok jelentőségét kell a mérlegelésénél figyelembe venni, ami függ

a környék ökológiai rendszerétől, művi létesítményeitől, lakosságának összetételétől, a tájhasználatától. A hatásokat a korábban vázolt elemek és rendszerek és a bányászati kölcsönhatásaiban értékeljük. [IV,13]

Vízminőség megfigyelések

Az elmúlt években végeztünk néhány vízminőség mérést különböző bányatavakban. A mérések célja elsősorban az volt, hogy megállapítsuk, hogy a kitermelt kavicsból leválasztott iszap visszatöltésekor, annak környezetében változik-e kimutatható mértékben a víz minősége. Egyértelműen az volt megállapítható, hogy nem. Ez részben azzal magyarázható, hogy a kavics előkészítés során sehol nem használnak vegyszert, s a szabaddá váló iszapszemcsékből nem oldódik ki olyan anyag, ami a víz minőségét rontaná, a szemcsék zöme pedig rövid távolságon belül leülepszik.

További érdekes tapasztalat az is, hogy a bányatavak mérete és a vízminőség között sem találtunk összefüggést. Vettünk mintát több száz hektáros tavakból és néhány ezer m²-es tóból is. Hasonló volt a tapasztaltunk a nagyobb tavakon belüli vízminőség változásra is. A fő minőségi paraméterek tekintetében nem volt eltérés a frissen termelt területek közelében vett minták és a távolabbi területek mintái között.

Olyan bányatóból is vettünk mintát, amelyet évek óta nem műveltek, nem volt nagy területű (kb. 0,5 ha), a mélysége is csak 2 m körüli, de a vízminősége nem különbözött a közeli nagyobb bányatavakétól. Fontos megjegyezni, hogy ennek a tónak a környékén nem volt hulladék lerakás, fürdőzés, és horgászat sem. A nyári vízminőségi jelentésekből jól ismert, hogy a fürdőzésre, horgászásra használt bányatavak vízminősége kimutathatóan romlik tavasztól őszig, még akkor is, ha a bányató kotrása folyamatban van. Ez részben az időjárásnak, részben a bányászaton kívüli egyéb használatnak köszönhető.

Méréseinket összevetettük több kavicsbánya évi rendszeres méréseinek eredményével, s megállapítható volt, hogy az előbb felsorolt jellemzők általánosíthatók. Ehhez azt hozzá kell tenni, hogy az adataink nagy bányákból származnak, azaz az általánosítás csak ezekre vonatkozik.

7. KAVICSBÁNYÁK NYITÁSA ÉS MŰVELÉSI LEHETŐSÉGEI

A nyitás és az alkalmazható művelési eljárások [III]

A földtani adottságok alapján a kavicsbányák művelési lehetőségei az alábbiak:

Termelés szárazon	nyugalmi vízszint felett	
	nyugalmi vízszint alatt (víztelenítéssel)	
Termelés víznívó alól	partról	
	úszókotróval	
	vegyes művelés	száraz termelés + kotrás partról
		száraz termelés + úszókotró
		száraz termelés + kotrás partról + úszókotró

A kavicsbányászat művelését, alapvetően a talajvízszint magassága szabja meg.

Előadáson [16] ismertettük a száraz és víznívó alóli kotrás, valamint ezek kombinációinak gazdasági és környezeti hatásait.

Olyan előfordulások esetén, ahol a kavicstelep egy része a víznívó felett van, ott ezen a telep szakaszon a száraz termelésnek lehet létjogosultsága. A mélyebben fekvő rétegek természetesen ebben az esetben is csak víznívó alól termelhetők ki.

Ilyen bányáknál a gép kiválasztásnál mérlegelni kell, hogy a száraz és nedves termelés között váltson-e termelő gépet a bánya. Ezt a talapvastagság, kotrási mélység, a telep szilárdsága, az alkalmazandó szállítóeszközök és a beruházási és üzemelési költségek befolyásolják. A nyitóárok kialakítására alkalmas gép kiválasztása hasonló döntést igényel.

A bányászati beruházások megtérülését a nettó jelenérték (NJ) alapján számíthatjuk. A termelő gép-alkalmazások (esetleges gép váltások) különféle változatainak összehasonlító vizsgálatát NJ számítással végeztük. A beruházás megtérülése annál később következik be, minél nagyobb a beruházási költség, minél később indul a termelés, minél kisebb a haszon.

Kimutattuk, hogy nem szabad a termelés megindításakor feltétlenül arra törekedni, hogy a berendezések műszaki paraméterei és kapacitása minden későbbi igénynek megfeleljenek. Egy ilyen vizsgálatnál a berendezések várható élettartama, a szükséges pótlólagos beruházási igények is meghatározóak, s ezt össze kell hangolni az esetleges gépváltásokkal a nagyobb gazdasági eredmény érdekében.

Vizsgálataink arra mutattak, hogy kedvezőbb kisebb mélységű kotrásra alkalmas, egyszerűbb termelő berendezéssel indítani a munkát és később váltani, mint a kezdetektől a nagyobb géppel termelni. A megtérülési idő jelentősen lerövidül.

Foglalkoztunk a gazdaságossági szempontból a bányavállalkozó számára kedvező termelési stratégiával, ami környezetvédelmi szempontból viszont kimutathatóan kedvezőtlen, ami miatt szabályozást (direkt vagy gazdasági) kíván. Javaslatunk gazdasági szabályozásra vonatkozik: elvonás vagy támogatás.

Az *elvonás* adót, vagy díjat jelent, amivel az adott tevékenységet sújtják a kitermelés nagyságához igazodó mértékben. Ez lehet valamiféle bányaművelési adó (pl. nagyobb bányajáradékot kiróni arra, aki szárazon termel), vagy ugyancsak a technológiától és a művelési módtól függő nagyobb környezetterhelési díj.

Elképzelhető egy másik megoldás is, amikor *támogatást* adunk, annak, aki a környezet védelme érdekében gazdaságtalanabb termelési módot, eljárást választ.

A kombinált száraz és nedves termelés optimális megoldása

Vizsgáltunk egy olyan megoldás, amit megoldást jelenthet a száraz és nedves kitermelés problémájára. ez a több szintes párhuzamos (bővítéses) művelés. A művelési szintek ill. lépcsők: humusz letakarítás, a fedő meddő letakarítása, a telep felső szakaszának száraz kitermelése, víznívó alóli kitermelés. Ezzel párhuzamosan a meddő elhelyezés ill. visszatöltés is folyik. Ebben a fejtési rendszerben tehát egyide-

júleg 4 szinten folyik a termelés. Az egyidejűség alatt azt kell érteni, hogy 6-12 hónapban belül minden szinten történik termelés.

A folytonos egyidejűségnek csak akkor van értelme, ha a négy szinten közel azonos ütemű kitermelés valósítható meg. Ha már a nyitóárok készen van, ezt az alábbi mutató segítségével vizsgálhatjuk: képezünk az egyes szintek vastagságából m_i (m), és az ott üzemelő gépek kapacitásából, D_i , (m^3/h) egy hányadost (d_i), aminek a jelentése: az adott szinten a berendezés(ek) milyen nagyságú területet képesek időegység alatt kitermelni. Ha ez közel azonos érték, akkor tényleges egyidejűségről beszélhetünk.

A gépek teljesítményének és kapacitás kihasználásának hatása a költségekre

Vizsgáltuk a letakarításra és termelésre alkalmazható gépek teljesítményének ill. kapacitáskihasználásának hatását a költségekre, mivel nagy különbségek lehetnek a szükséges teljesítményekben. Gazdaságilag nem engedhető meg, hogy nagyon kis teljesítményű gépekkel dolgozzunk, mert a kitermelés fajlagos költsége növekszik. Az pedig a lehető legkevésbé gazdaságos megoldás, ha a nagyobb teljesítményű gépek kapacitását nem használjuk ki maximálisan.

Az egyes gépek maximális teljesítményének növekedésével csökken a fajlagos költség (méretektől függően akár 70%-ra is. A gépek teljesítményének kihasználatlansága viszont jelentős költségnövekedéssel jár.

A fentiekből következik, hogy a letakarítás és a termelés összehangolása vékonyabb fedő réteg és vastagabb telep esetén (azaz $d_{fedő} \ll d_{telep}$) gazdasági és környezetvédelmi szempontból akkor tekinthető optimálisnak, ha a letakarítás nagy teljesítményű gépekkel gyorsan történik, de kiporzásra hajlamos nagy letakarított felületet nem hozunk létre, azaz egy évben legalább kétszer, de kényes eseteken akár 3-4 alkalommal is végzünk időarányos letakarítást. Az ismételt felvonulások nem járnak olyan költségtöbblettel, ami a számuk csökkentését kívánná meg.

Amennyiben a bánya a letakarításhoz használt gépeit a fennmaradó időben másutt nem tudja használni, akkor érdemesebb saját gépek helyett bérelt berendezésekkel végezni ezt a munkát, vagy külső vállalkozóval végeztetni.

A művelési paraméterek

A bányanyitás helyének meghatározása a nyitóárok helyének és alakjának, bővítési rendszerének kiválasztását jelenti. Hagyományosan a legvékonyabb fedőrétegnél telepítik a nyitóárkot. Ehelyett javasoltuk a *letakarítási értékarány* használatát.

Amennyiben a külfejtéssel művelhető ásványi nyersanyag előfordulás minősége erősen változékony, akkor célszerű a klasszikus letakarítási arány, (m^3/t), helyett letakarítási értékaránnyal számolni, amit úgy határozzunk meg, hogy figyelembe vesszük a telep minőségi adatait (pl. (m^3/MJ , m^3/kg fém). Egészen különleges esetekben, ha a fedő közet minősége is erősen változik, s ezzel a letakarítás költsége is, akkor érték/érték (Ft/Ft) jellegű mutató is képezhető, ahol a számlálóban az egységnyi értékű ásványi nyersanyag szabaddá tételéhez szükséges letakarítási költség szerepel.

A továbbiakban elemeztük a bányá üzemelése során a *különböző művelési paraméterek* meghatározásánál hozandó döntéseket befolyásoló szempontokat, amelyek röviden az alábbiak:

Nyitóárok és lefejtési irány: a nyitóárok szélessége és hossza, a külső hányó méreteinek csökkentési lehetőségei, a letakarítás és lefejtés haladási iránya, ebben az esetben az externáliákat a tájkép rombolás és annak következményei okozzák, valamint a zaj és légszennyezés költségei.

A *rézsűk dőlés és magassága* alapvetően közetmechanikai és technológiai kérdés, de környezeti hatások és a későbbi rekultiváció, újrahasznosítás is befolyásolja a nagyságukat. Vizsgáltuk a maradó rézsűk által pillérben lekötött ásványvagyon nagyságát.

A termelés tényezőinek optimalizálása során áttekintettük a száraz és nedves ki-termelésnél alkalmazható *művelési eljárásokat*, azok előnyeit, hátrányait, környezeti hatásait, a szállításhoz kapcsolódóan az optimális teherösszegyűjtési helyeket.

A *kotrési rendszereknél* a frontkotrást és a blokk-kotrást vizsgáltuk. Kis mértékben kedvezőbb környezetvédelmi szempontból a blokk kotrás (nagyobb ugyan a veszteség, de van lehetőség szelektív jövesztésre, kevesebb a gép mozgása).

Elvileg van lehetőség *két vagy több homlok* jövesztésére, ami növeli a termelés biztonságát. Az átmenetileg nem művelt homlok a egyes költöző madarak számára fészkelési lehetőséget nyújt, ami a homlok művelését késleltetheti. A bővítéses és gyűrűs művelési rendszernek az egyik előnye, hogy hosszú homlokon tud a bányá dolgozni.

A termelő és szállító *gépek meghajtása* lehetőleg villamos motorokkal történjen.

A *külső hányók* létesítése elkerülhetetlen. Visszatöltése nagyon jelentős költség-tétel, ha a letakarítási arány nagy. Ezért minden esetben meg kell vizsgálni, hogy az externális költségek valóban indokolják-e a hányó visszatöltését.

Sík vidéken értékes tájképi elem lehet egy tájbaillő formában kialakított meddőhányó, amit sokoldalúan fel lehet használni rekreációs célokra (kilátóhely, ligetes sétány, kirándulóhely, szánkódomb stb.). A domb formájával követni kell a természetes formákat, nem szabad hosszú egyenes éllel, sík felületekkel határolt „szabályos” formákat létrehozni.

A hányóképzés egyik legnagyobb környezeti problémája a *kiporzás*, ami a meddő lerakás közben és utána is mindaddig fellép, amíg a hányót nem borítja összefüggő növényzet. Ezt a kérdést külön vizsgáltuk, egy sor laboratóriumi kísérletet végezve, amelyek eredményeit konferenciákon közzétettük és a programban résztvevő Szarka Györgyi tanársegéd PhD értekezésben foglalta össze Dr. Buócz Zoltán tudományos vezető irányításával [18]. Rövid ismertetés adunk erről a munkáról.

Meddőhányók, zagytározók, kavics depók kiporzási tulajdonságainak vizsgálata

A kutatómunka a bányászati tevékenységhez kapcsolódó meddőhányók, zagytározók, depótérek, rekultivációs területek porveszélyének számszerűsíthető értékelését teszi lehetővé. A külfejtésekben folyamatos a letakarítás, ezzel párhuzamosan a

hányóképzés, ahol esetenként több 10 ha-os területek maradnak fedetlenül, állandó porveszélyt jelentve a környezetre. Ezeknek a bányáüzemeknek, lerakóknak a környékén, nemcsak a termelés fázisában, hanem gyakran azt követően évtizedekig jelentős porterheléssel küzdenek.

Az anyagok szél hatására történő kihordását, deflációját számos tényező befolyásolja, amelyek között az anyagi tulajdonságok is szerepelnek. Szakirodalmi kutatások alapján meghatároztuk a szemcsék kihordását befolyásoló egyéb tényezőket, amelyek közül a szélesebbesség és szélirány, a felületek dőlése, a szemcsék felületen történő eloszlása (osztályozódása), a nedvesség hatása tűnt meghatározónak, vizsgálatra érdemesnek.

A szemcsék kihordásának – elméleti összefüggéseken alapuló – egzakt meghatározása a kihordást befolyásoló tényezők sztochasztikus jellege miatt nem lehetséges, ezért kísérletsorozatot végeztünk annak érdekében, hogy a kihordást befolyásoló tényezők hatását számszerűen meghatározhassuk.

A kísérleti eredmények alapján – dimenzió nélküli korrekcióval bővített – regresszió analízissel meghatároztuk azt a függvényt, amely a legfontosabb tényezők figyelembevételével sík felületeknél megadja a kihordási hajlamot jellemző tömegarány (m) értékét.

A vizsgálatot dőlt felületekre is elvégeztük, itt nem találtunk megbízható függvénykapcsolatot, de egyedi elemzési megoldással megadható a kiporzási hajlandóság a dőlésszög és szélirány függvényében.

Vizsgáltuk a kiporzás csökkentési lehetőségeit is. Ennek kapcsán a nedvesség és darabos anyagokkal való fedés hatását elemeztük és megadtuk a csökkenés várható mértékét.

Az elvégzett regressziós elemzés bebizonyította, hogy a kihordás mértéke az átlagos szemnagyság és a szélesebbesség függvényében közelítőleg becsülhető. A pontosabb becsléshez független változóként szükség van a belső súrlódási szög, a szemcseelúság, a szemcseeloszlás szórásának, valamint az emelő erőnek, a figyelembevételére. A felsorolt paraméterek és a kihordás közötti függvénykapcsolat dimenzió nélküli paraméter korrekcióval pontosítható.

A vizsgált minták alapján meghatározott regressziós függvénnyel kielégítő pontossággal becsülhető a kiporzási hajlamot jelző tömegarány ($I^2=0,922$, $D\Delta y=\pm 9,10\%$)

Megállapítható, hogy a visontai zagytározón a REA-gipsz égési maradékokkal együtt történő kiszállítása (deponálása) jelentős mértékben – kb. egyötödére – csökkenti a zagytározó felületének kiporzási hajlandóságát.

A ferde tálcás kísérleteknél az eredmények értékelését segíti a szemcsékre ható erők vizsgálata. Szembe és hátulról fújó szél esetén a szemcsék viselkedése eltérő. Szemből fújásnál kimutattuk, azt a két határszöget, amelyek között az adott méretű szemcse nem mozdul. A tartomány alatti dőlésnél felfele mozduknak, a tartomány feletti dőlésnél lefele gurulnak a szemcsék. Ebből következik, hogy a rézsűkön szembefújás esetén, ingadozó szélesebbeségnél nagyobb deflációval kell számolni, mint egyenes szélénél és számítani kell a felszín anyagának osztályozódásával is.

Hátulról fújó szélnél durvább frakció esetén, ha a légáramlás sebessége nem elegendő a szemcse felemeléséhez, a kisebb szemek távozása következtében csökkenő beágyazódás miatt, a lejtős felületen a szemcsék legurulnak a tálca aljára. A felületen lévő szemcsék átrendeződésből következően újabb deflálható szemcsék válnak szabaddá.

A ferde tálcsás kísérletekből megállapítható, hogy a lejtős felületeken a kihordás mindig nagyobb, mint a sík terepen.

A kihordás elleni védekezési lehetőségekkel kapcsolatban a kísérletek alapján kijelenthető, hogy a vizsgált anyagok esetén a felületi vékony rétegben 3-4 %-os víztartalom töredékére csökkenti a kiporzást, elvileg nincs szükség nagyobb víztartalomra.

A kísérletek alapján védekezési eljárásként alkalmazható a felületek durvaszemcsés borítása. A finomabb szemcsés anyagok durva anyaggal történő borítása már akkor is hatásos, ha a felületi fedettség eléri a 30-40 %-ot. A szükséges borítottság közelítő pontosságú meghatározása a fedettség és a kihordás csökkenése között megállapított regressziós függvények alapján lehetséges.

A durvaszemcsés borítás védőhatásán a felszíni réteg tömörítése csak akkor javít, ha az anyag jól tömöríthető, a rétegek között az anyagmozgás korlátozott, az anyag hajlamos az összetapadásra. Kisebb mértékben ront a durvaszemcsés-borítás védőhatásán a felszíni réteg tömörítése akkor, ha az alsó réteg finomszemcsés és gyengén tömöríthető.

Ásványelőkészítés

Ásványelőkészítés esetén a gazdaságosság az értéknövelő hatásban és környezeti hatások csökkenésével jellemezhető, azaz az externáliák figyelembe vételétől nem lehet eltekinteni. Kavicsbányászatban egyik, újabban előtérbe került kérdés az *iszap visszatöltés*. Kő-, kavics és homokbányászatban az előkészítés elsősorban szemnagyság szerinti osztályozást, ehhez kapcsolódóan törést, őrlést jelent, de gyakran kell meddőt is leválasztani, ill. iszaptalanítani a bányaterméket. Ezek a műveletek vegyszeradagolás nélkül megoldhatók, így a környezeti hatásuk nem kémiai jellegű. A leválasztott meddő a hányón elhelyezhető, az iszapot a legújabb előírások szerint nem lehet a bányatavakba közvetlenül visszaengedni. Ennek lényegében véve nincs közvetlen vízminőségvédelmi magyarázata. Több bányában végeztünk vízmintavételt az iszaptereken ill. azok közelében valamint a bányatavak távoli, gyakran művelés alatt álló részein. A vízminták elemzése nem mutat semmiféle szignifikáns különbséget sem az összetételt, sem az oldott oxigéntartalmat illetően, azaz az iszap nincs olyan alkotókban feldúsulva, ami problémát jelenthetne a bányatavak vízminőségére.

A bányatavak vízminőségének hosszútávú jó színvonalú fennmaradását az biztosítja, ha az áramló talajvíz, a tóban folyamatosan cserélődhet.

Vizsgáltuk a *kész termékek tárolási* kérdéseit is, a területfoglalás mellett a tájképi hatás és a kiporzás okoz kedvezőtlen környezeti hatást és ezzel externáliákat .

Bányaüzemi létesítmények, kiszállítás. Tervezési szempontból főleg a forgalom szervezésre, az ellenőrzésre és a bányán belüli ill. a környéken fellépő környezeti hatásokkal kell foglalkozni, és a gazdasági elemzésnél externáliaként számításba venni. A tervezőnek foglalkoznia kell a bánya területének az illegális hulladéklérakással szembeni védelméről.

Rekultiváció vonatkozásában azt tartjuk a legfontosabbnak, hogy a bánya üzemideje alatt, de legalább a bánya élettartamának a vége fele kapcsolódjon be a rekultivációs tevékenységbe a későbbi hasznosító is, és közösen meghatározva a teendőket, megosztva a terheket, történjen a rekultiváció. Ez gyorsítaná az újrahasznosítást és csökkentené a ráfordításokat, megkönnyítené a kívánatos cél elérését: a rekultiváció után érje el a terület legalább a bányászat előtti értékét, de adva van a lehetőség az értéknövelésre is. Ez a tevékenység tehát úgy értelmezhető, mint egy *távlati cél érdekében végzett beruházás*. Ha ezt nettó jelenérték számítással figyelembe vesszük, és a tájrendezés végén a terület értékét, mint maradványértéket vesszük számításba, akkor a beruházás megtérülés számítási követelményeinek eleget téve, értékelhetjük a tájrendezési tevékenységet (a beruházási költségek között szerepeltetni kell a földterület megszerzésének költségeit is). A nettó jelenérték számítás, mint értékelési mód magában hordozza azoknak a beruházásoknak a késleltetését, amelyek a bánya élettartamának a vége felé hoznak eredményt. Ezen is lehet gazdasági eszközökkel segíteni.

A jelenlegi előírások szerint a bányatelek fektetéssel egyidőben letétbe kell helyezni a majdani rekultiváció várható költségeit. Amennyiben a végcélnak megfelelő rekultivációt folytat a bánya, ennek ütemében vissza lehet téríteni a letétbe helyezett összeget. A rekultiváció nem tervezést érintő általános és műszaki kérdéseiről jegyzetet adtunk ki [II].

Néhány *szervezési kérdés*ben éltünk javaslatokkal, amivel a hatékonyság növelhető, érintve a minőség, és a környezetvédelem kérdését.

A *környezeti hatások kockázat alapú értékelésével* [I,2,10]-ben foglalkoztunk. Vizsgáltuk az élőhely változás kérdését és azokat a megoldásokat, amelyekkel legjobb eredmények érhetők el. Mivel a fő témánk a tervezés, azt elemeztük, hogy a főbb paraméterek meghatározása során mekkora kockázat rejlik az egyes döntésekben. Becsléssel adtuk meg a tervezettől való eltérések valószínűségeit és a várható károk nagyságrendjét.

Kiegészítő irodalomjegyzék:

- I. Buócz Z.-Janositz J.: A környezeti kockázat rendszerelméleti közelítése és kavicsbányászati tervezési kapcsolatai, Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat, Bányászat, 62. Kötet, Miskolc, 2002 pp. 67-82, ISSN 1417-5398
- II. Buócz Z.- Szarka Gy.: Rekultiváció, tájrendezés a bányászatban Egyetemi jegyzet, 240 oldal, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2007
- III. Buócz Z.-Bóhm J.-Szarka Gy.: Kavicsbányászati technológiák, Egyetemi jegyzet, 199 oldal, Bíbor Kiadó, Miskolc, 2007, ISBN 978-963-9634-58-9
- IV. Buócz Z.-Bóhm B.-Bóhm Sz.-Janositz J.-Siposné Molnár T.-Szarka Gy.: Környezetvédelem, minőségirányítás, biztonságtechnika a kavicsbányászatban, Egyetemi jegyzet, 186 oldal, Bíbor Kiadó, 2007, ISBN 978-963-9634-56-5